

ABSTRACT

A torque transmission mechanism includes a drive shaft (31; 51; 84) and a driven shaft (32; 52; 87). The drive shaft rotates about an axis. The driven shaft extends along substantially the same axis as the drive shaft. A torque accumulator (35; 53; 90) serves to accumulate a rotational torque of the drive shaft and to transmit the rotational torque to the driven shaft due to a frictional force. A controller (20, 21, 24; 54, 57, 60, 64, 71, 73; 81, 92, 95, 98, 104) serves to control the accumulation of the torque in the accumulator.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-220568

(P2003-220568A)

(43)公開日 平成15年8月5日(2003.8.5)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターミナル*(参考)
B 2 5 B 21/02		B 2 5 B 21/02	B 3 C 0 3 8
23/14	6 3 0	23/14	6 3 0 J

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願2002-20458(P2002-20458)

(22)出願日 平成14年1月29日(2002.1.29)

(71)出願人 000137292

株式会社マキタ

愛知県安城市住吉町3丁目11番8号

(72)発明者 佐々木 克彦

愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株式会社マキタ内

(74)代理人 100064344

弁理士 岡田 英彦 (外2名)

Fターム(参考) 3C038 AA01 BC02 BC04 CC01 EA01

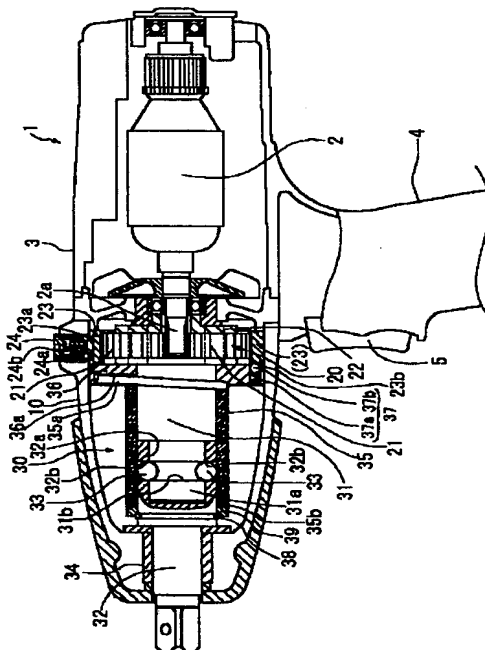
EA06

(54)【発明の名称】 トルク伝達機構およびこれを用いた電動工具

(57)【要約】

【課題】 従来より、アンビルにハンマーを衝突させて瞬間的に大きなねじ締めトルクを得るインパクト式のねじ締め機が提供されていた。この従来のねじ締め機では、ハンマーの打撃時に大きな打撃音が発生する問題があった。本発明では、このような打撃音を全く発生することなく、瞬間的に大きなねじ締めトルクを得ることができるトルク伝達機構を提供することを目的とする。

【解決手段】 電動モータ2により回転する駆動軸31と出力軸32との間に角ばね35を介装し、この角ばね35の駆動軸31および出力軸32への巻き付きにより駆動軸31の回転を出力軸32に伝達する構成とし、かつねじ締め抵抗が大きくなった時点で、角ばね35の端部35aを緩み方向に変位して巻き付きを解くことで駆動軸31を空転させ、この駆動軸31の空転状態において角ばね35の端部を巻き付き方向に戻して巻き付かせることにより、空転による慣性トルクを電動モータ2の出力トルクに付加して出力軸32から出力する構成とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 駆動源により回転する駆動軸と、該駆動軸が一端側に挿入され、該駆動軸が回転すると該駆動軸に巻き付いて該駆動軸と一体で回転する巻きばねと、該巻きばねの他端側に挿入され、該巻きばねが前記駆動軸と一体で回転すると該巻きばねが巻き付いて前記駆動軸と一体で回転する出力軸を備え、前記巻きばねの端部を巻き付き解除方向に変位させて該巻きばねの前記駆動軸に対する巻き付き状態を解除することにより該駆動軸を空転させ、該空転状態の駆動軸に対して前記巻きばねの端部を巻き付き方向に変位させて該巻きばねを前記駆動軸に巻き付かせることにより、前記駆動軸の空転により発生する慣性トルクを前記駆動源の出力トルクに付加して前記出力軸から出力させる構成としたトルク伝達機構。

【請求項2】 請求項1に記載したトルク伝達機構であって、駆動源としての電動モータと駆動軸との間に遊星歯車機構を介在させ、駆動軸は、該遊星歯車機構のキャリアに設けてインターナルギアの回転停止状態における前記キャリアの回転により回転する構成とし、前記インターナルギヤが、出力軸に加わる回転抵抗が所定の範囲を超えた時に、当該回転抵抗によって前記駆動軸とは反対の巻き付き解除方向へ回転することにより、前記巻きばねの端部を巻き付き解除方向に変位させて、前記駆動軸に対する前記巻きばねの巻き付き状態を解除して前記駆動軸を空転させ、該空転状態により前記インターナルギアの回転が再び停止した時に、前記巻きばねの端部を巻き付き方向に変位させて前記駆動軸に巻き付かせることにより前記駆動軸の空転により発生する慣性トルクを前記電動モータの出力トルクに付加して前記出力軸から出力させる構成としたトルク伝達機構。

【請求項3】 請求項2記載のトルク伝達機構であって、駆動軸と出力軸との間に介装したトルク伝達用の第1巻きばねと、該第1巻きばねの端部とインターナルギアとの間に、該第1巻きばねとは巻き方向が反対の第2巻きばねを介装し、前記インターナルギアが前記駆動軸とは反対方向へ回転したときに前記第2巻きばねを介して前記第1巻きばねの端部と前記インターナルギヤを回転について連結させて前記第1巻きばねの端部を巻き付き解除方向へ変位させる構成としたトルク伝達機構。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか1項に記載したトルク伝達機構であって、巻きばねの前記駆動軸への巻き付きを規制して該駆動軸を空転状態に保持するためのロック装置を備え、該ロック装置による前記巻きばねの巻き付き規制状態を手動操作により解除して、駆動軸の空転により発生する慣性トルクを駆動源の出力トルクに付加して出力軸から出力させるタイミングを任意に制御可能な構成としたトルク伝達機構。

【請求項5】 請求項1～4のいずれか1項に記載したトルク伝達機構を用いた電動工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えば、工具回転方向に強い回転トルクを与え、ネジやナット等を強固に締めるためのねじ締め機等の電動工具に好適に用いることができるトルク伝達機構およびこれを用いた電動工具に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、上記ねじ締め機としては、一般的にインパクトドライバあるいはインパクトレンチと呼ばれ、例えば図8に示すような回転打撃機構160を備えたインパクト式のねじ締め機150が提供されていた。このねじ締め機150は、駆動源としての電動モータ151と、該電動モータ151の出力軸151aに取り付けたビニオンギヤ157（サンギヤ）を介して該電動モータ151に連結された遊星歯車機構152と、該遊星歯車機構152を介して前記電動モータ151により回転するスピンドル159と、該スピンドル159の先端側に取り付けられた回転打撃機構160を備えている。回転打撃機構160は、スピンドル159と同軸で回転可能に支持したアンビル161と、前記スピンドル159の外周側に回転可能且つ軸方向移動可能に支持した略円筒形状をなすハンマー162を備えている。アンビル161は、本体ケース153の先端に取り付けたインパクトケース154に軸受け155を介して回転可能に支持されている。アンビル161の先端側は、インパクトケース154から突き出されており、この突き出し部分の先端にねじ締め用のドライバビット（図示省略）が装着される。スピンドル159とハンマー162との間には鋼球164、164が挟み込まれている。鋼球164、164は、スピンドル159の外周面に形成した回転軸線に対して傾斜する側面視V字形かつ断面半円形のカム溝159aと、ハンマー162の内周面に形成した、該カム溝159aとは逆向きの側面視V字形のガイド溝162aとの間に挟み込まれている。このため、ハンマー162は、スピンドル159に対して相対的に回転しつつ、軸方向に前進又は後退する。

【0003】又、ハンマー162は、圧縮ばね163により前進方向（図示右方）に付勢されている。このため、ハンマー162の後退動作は、圧縮ばね163の付勢力に抗してなされる。ハンマー162の前端面には、2個の打撃突部162b、162bがアンビル161側に突き出して設けられており、これに対応してアンビル161の後端には2本の打撃アーム161a、161aが放射方向に張り出すように設けられている。ハンマー162が圧縮ばね163の付勢力により前進すると、上記したように該ハンマー162は前進しつつ回転するので、ハンマー162の打撃突部162b、162bがア

ンビル161の打撃アーム161a、161aに衝突し、これによりアンビル161に回転方向の打撃が与えられる。この打撃によりアンビル161はねじの締め付け方向に回転し、これによりねじが締め付けられる。ねじ締め作業時において、ドライバビットを経てアンビル161に一定以上の外部トルク（ねじ締め抵抗）が付加されると、ハンマー162がスピンドル159に対して相対回転しつつ軸方向に後退して打撃突部162b、162bがアンビル161の打撃アーム161a、161aから外れ、これによりハンマー162とアンビル161との係合状態が解除される。ハンマー162とアンビル161との係合状態が解除されると、外部トルクはハンマー162に伝わらなくなり、該ハンマー162が圧縮ばね163のばね付勢力により前進しつつ回転し、ほぼ180°回転した後、打撃突部162bが打撃アーム161aに衝突してアンビル161が回転方向に打撃され、これによりアンビル161が回転してねじが締め付けられる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このように従来のインパクト式ねじ締め機150では、ハンマー162の打撃突部162b、162bをアンビル161の打撃アーム161a、161aに対して回転方向に衝突させることによりアンビル161に大きな回転トルク（ねじ締めトルク）を与える構成となっていたため、打撃突部162bが打撃アーム161aに衝突する際に打撃音（衝撃音）が発生し、これが当該ねじ締め機150の使用時における騒音となる問題があった。そこで、本願発明は、上記した従来の回転打撃機構とは全く異なる機構であって、これを例えばねじ締め機に用いることにより従来のような打撃音を発生することなく大きなねじ締めトルクを出力することができるトルク伝達機構およびこれを利用した電動工具を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】このため、本願発明は、前記特許請求の範囲の欄の各請求項に記載した構成のトルク伝達機構およびこれを用いた電動工具とした。請求項1記載のトルク伝達機構によれば、巻きばねの一端側に挿入された駆動軸がその内周側で巻き付き方向（左巻きの巻きばねの場合右回り方向）に回転すると、該駆動軸と巻きばねとの間の摩擦抵抗により巻きばねが駆動軸に巻き付いて該巻きばねが駆動軸と一体で回転する。駆動軸に巻き付いて一体で回転する巻きばねの回転は、巻きばねの他端側に挿入された出力軸に対しても巻き付き方向の回転となるので巻きばねは出力軸にも巻き付き、これにより出力軸が巻きばねを介して駆動軸と一体で回転する。巻きばねの駆動軸に対する巻き付き状態は、巻きばねの端部を巻き付き解除方向（左巻きの巻きばねであれば、左回り方向）へ変位させることにより解除することができ、これにより駆動軸を空転させて出力軸への

トルクの伝達を遮断することができる。なお、この明細書では、巻きばねが駆動軸または出力軸と一体で回転する状態であるときにこの巻きばねが駆動軸または出力軸に「巻き付いた」という。従って、巻きばねが駆動軸または出力軸に外見上巻き付いた状態ではあるが、駆動軸または出力軸と一体で回転しない状態すなわち両者間に滑りを生じる状態は巻き付いた状態ではなく、巻き付きが解除された状態として区別する。

【0006】上記したように駆動軸に対する巻きばねの巻き付き状態を解除するとにより駆動軸を空転させることができる。駆動軸が空転すると、駆動軸、この駆動軸を回転させる駆動源としての例えば電動モータあるいはその周辺の回転支持機構等の空転による慣性トルク（回転エネルギー）が発生する。また、駆動軸を空転させた状態において、巻きばねの端部を巻き付き方向（左巻きの巻きばねであれば、右回り方向）へ戻すことにより空転する駆動軸に対して巻きばねを巻き付かせることができる。このことから、巻きばねの端部を巻き付き方向に変位させて巻きばねを空転する駆動軸に巻き付かせた瞬間に、出力軸からは駆動源（電動モータ等）の出力トルクに加えて駆動軸等の空転による慣性トルクが出力される。このように巻きばねの端部を巻き付き解除位置から巻き付き位置へ変位させて、空転する駆動軸に対して巻きばねを巻き付かせることにより瞬間的に出力軸から駆動源の出力トルクよりも大きなトルクを出力することができる。巻きばねが空転する駆動軸に巻き付くことによっては、従来のハンマーのアンビルに対する打撃時におけるような大きな衝撃音は発生しない。このことから、このトルク伝達機構を例えばねじ締め機に適用することにより、従来のインパクト式ねじ締め機における打撃時の大きな衝撃音を発生することなく、極めて静かに瞬発的な大きなトルクを出力してねじを規定のトルクで締め付けることができる。

【0007】請求項2に記載のトルク伝達機構によれば、これをねじ締め機等の電動工具に用いた場合、電動モータが起動すると、遊星歯車機構においてインターナルギヤの固定による遊星ギヤの公転によりキャリアが回転し、これにより駆動軸が回転する。駆動軸が回転すると、駆動軸と出力軸に巻きばねが巻き付いて両軸が一体で回転する。このとき、出力軸からは電動モータの出力トルクが出力される。出力軸に例えばねじ締め抵抗等の回転抵抗（反動トルク）が付加されると、この回転抵抗はインターナルギヤひいては電動工具本体を回転させる力として作用する。従って、この回転抵抗が所定範囲を超えた時点でインターナルギヤを駆動軸（キャリア）とは反対方向に回転させ、これにより巻きばねの端部を巻き付き解除方向に変位させることができ、ひいては巻きばねの駆動軸に対する巻き付き状態を解除して、駆動軸を空転させることができる。駆動軸が空転し始めると、駆動軸、電動モータおよびその周辺の回転部材が最高速

度で回転し、これにより大きな慣性トルクが発生する。一方、巻きばねの巻き付き状態が解除されて駆動軸が空転すると出力軸へトルクが伝達されなくなるので出力軸に対して上記回転抵抗が付加されなくなる。出力軸に回転抵抗が付加されなくなると、インターナルギヤを巻き付き解除方向へ回転させる力が作用しなくなるので、巻きばねの端部がその復元力により再び巻き付き方向に変位して巻きばねが駆動軸に再び巻き付く。駆動軸に巻きばねが巻き付くと、再び出力軸が駆動軸と一体で回転し始める。巻きばねが空転する駆動軸に巻き付くことにより出力軸からは、電動モータの出力トルクに加えて駆動軸等の空転により発生する慣性トルクが瞬発的に出力される。こうして電動モータの出力トルクと慣性トルクの合計トルクが出力された後、再び出力軸に大きな回転抵抗が付加されるとインターナルギヤが回転して駆動軸が空転状態になり、以後上記動作を繰り返すことにより、出力軸から上記合計トルクを断続的に出力させることができる。

【0008】このように、空転する駆動軸に巻きばねを巻き付かせることにより、出力軸から慣性トルクを電動モータの出力トルクに付加して出力することができるので、従来のインパクト式ねじ締め機におけるハンマーのアンビルに対する打撃時の大きな衝撃音を発生することなく、極めて静かに大きなトルクを瞬発的に出力することができる。なお、電動工具が例えばねじ締め機である場合には、出力軸の先端にドライバビットや六角孔付ソケット等の先端工具が装着されて、これをボルト、ナットにセットした状態で当該ねじ締め機が用いられる。また、請求項2記載のトルク伝達機構は、上記ねじ締め機に限らず孔開け用の電動ドライバ等のその他の回転工具に適用することができ、さらには出力軸を例えば往復動機構に接続することにより出力軸の回転を直線運動に変換して出力する形態の電動工具（例えば、ジグソー、レシプロソー等）に適用することができる。

【0009】「出力軸に付加される回転抵抗」は、例えばねじ締めの場合、ねじ締めが進行するほど大きくなるねじ締め抵抗であり、これが出力軸から出力されるトルクよりも大きくなった時点で出力軸の回転が停止される。この状態が「回転抵抗が所定の範囲を超えた場合」に相当する。出力軸の回転が停止されると、巻きばねを介して駆動軸の回転が停止され、従って遊星歯車機構におけるキャリアの回転が停止して遊星ギヤの公転が停止される。電動モータからの出力トルクが遊星ギヤに作用している状態で、遊星ギヤの公転が停止されると、遊星歯車機構の性質からインターナルギヤには電動モータの回転方向とは反対方向に回転させる力が作用し、この時のインターナルギヤの回転（回転方向の変位）を巻きばねの端部を巻き付き解除方向へ変位させるための動作として利用することができる。インターナルギヤが工具のハウジングに固定されている状態では、出力軸に付加さ

れる回転抵抗は、工具本体を出力軸回りに回転させようとする力として作用する。従って、この場合は、作業者が工具本体が回転しないよう保持することにより受けられる。このことから、出力軸に付加される回転抵抗によりインターナルギヤが回転し始めるタイミングは、インターナルギヤに対する回転抵抗の大きさを適切に設定することにより、作業者の負担とならないように設定されることが望ましい。なお、インターナルギヤが回転して巻きばねの巻き付きが解除された段階で、駆動軸と出力軸間のトルク伝達は完全に遮断されていてもよいし

（駆動軸の完全空転状態）、不完全な伝達状態により駆動軸の運動エネルギーが出力軸に多少伝わりつつも、駆動軸の運動エネルギーの相当量が出力軸に伝達されることなく保持される形態（不完全空転状態）であってもよい。後者の不完全空転状態では、駆動軸の回転は出力軸に実質的には伝えられないため、出力軸側の反動トルクはインターナルギヤを断続的にしか回転させない。

【0010】請求項3記載のトルク伝達機構によれば、出力軸に大きな回転抵抗が付加されてインターナルギヤが駆動軸とは反対方向に回転すると、第2巻きばねが巻き付き方向に変位してインターナルギヤが第1巻きばねの端部に連結され、これにより第1巻きばねの端部が巻き付き解除方向に変位して駆動軸に対する第1巻きばねの巻き付き状態が解除される。駆動軸が空転し始めてインターナルギヤが固定状態に復帰すると、第2巻きばねの巻き付き状態が解除されて第1巻きばねの端部が巻き付き方向に戻され、これにより第1巻きばねが空転する駆動軸に巻き付く。このように第2巻きばねを介して第1巻きばねの端部を巻き付き解除方向または巻き付き方向に変位させて駆動軸を空転させ、または駆動軸に第1巻きばねを巻き付かせる構成であるので、請求項2記載の構成による場合と同様の作用効果を奏する。

【0011】請求項4記載のトルク伝達機構によれば、ロック装置によって巻きばねの端部が巻き付き解除方向にロックされて巻きばねの駆動軸に対する巻き付きが規制され、これにより駆動軸が空転状態に保持される。このロック装置を手動操作により解除すると、巻きばねの端部が巻き付き方向に変位して巻きばねが駆動軸に巻き付き、これにより出力軸から駆動軸空転による慣性トルクと電動モータの出力トルクの合計トルクが出力される。従って、手動操作によってロック装置の規制状態を解除しない限り、駆動軸が空転して出力軸は回転しない待機状態に保持される一方、手動操作によりロック装置を解除すると巻きばねが駆動軸に巻き付いて出力軸から大きなトルクが出力される。このように手動操作によって出力軸が回転する状態と回転しない状態を任意にコントロールすることができるので、当該電動工具の使い勝手が向上する。すなわち、電動モータが起動している待機状態では、ロック装置により巻きばねの巻き付きを規制して駆動軸を空転させておき、作業で必要な場合に

じてロック装置を解除して出力軸から大きな回転トルクを得るという利用形態が可能となる。ロック装置には、例えばロック解除用のレバーを設け、このレバーを電動モータ起動用のスイッチレバーの近傍に配置しておくことにより、作業者が電動工具を把持した状態のまま電動モータの起動停止操作および駆動軸の空転状態（電動工具の待機状態）または出力軸からの出力状態（電動工具の使用状態）とに切り換えることができる。請求項5記載の電動工具によれば、例えば回転打撃工具等の電動工具において従来のような大きな衝撃を発生することなく、大トルクを出力することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】次に、本発明の第1～第3実施形態を図面を参照しながら詳細に説明する。以下説明する各実施形態では電動工具の一例としてねじ締め機を例示する。また、このねじ締め機で締め込まれるねじはいわゆる右ねじを例示する。従って、ねじの頭部側から見て右回転させるとねじは締め込まれ、逆に左回転させるとねじは緩められる。また、以下説明する各部材の回転方向については、特に断らない限り電動モータ2側（駆動源側）から見た回転方向を言うものとする。さて、図1は、第1実施形態のねじ締め機1を示している。このねじ締め機1は、概ね円筒形状をなす本体ハウジング10の内部に駆動源としての電動モータ2を内蔵した本体部3と、本体部3の側部から側方へ突き出すように設けたハンドル部4を備えている。ハンドル部4の基部にはスイッチレバー5が設けられている。このスイッチレバー5を指先でオン操作すると電動モータ2が起動し、オン操作を止めると電動モータ2は停止する。

【0013】電動モータ2により出力される回転力は、変速機構としての遊星歯車機構20を経てねじ締め機構30に伝達される。電動モータ2の出力軸2aは、3個の遊星ギヤ21～21に噛み合わされて、当該遊星歯車機構20の太陽ギヤとして機能する。この3個の遊星ギヤ21～21はキャリア22に回転可能に支持されており、それぞれインターナルギヤ23に噛み合わされている。このインターナルギヤ23は、本体ハウジング10の内面に回転可能に支持されている。一方、ハウジング10には、圧縮ばね24bにより突き出し方向に付勢されたロックピン24aを備えた第1ロック装置24が取り付けられている。この第1ロック装置24のロックピン24aがインターナルギヤ23の外周面に形成した平面部23a（図5参照）に突き当てられていることにより、インターナルギヤ23には本体ハウジング10に対する一定の回転抵抗が与えられている。キャリア22の前面側（図1において左側面側）には、駆動軸31が一体に設けられている。従って、この駆動軸31は、キャリア22と一体で回転する。この駆動軸31の軸線は、キャリア22の回転軸線に一致しており、従って電動モータ2の出力軸2aに一致している。

【0014】駆動軸31の先端側にはより小径のボス部31aが同軸に形成されている。このボス部31aは出力軸32の支持孔32aに相対回転自在に挿入されている。ボス部31aは、支持孔32aに対して径方向にがたつきなく挿入されている。また、ボス部31aには断面半円形状の溝部31bがその全周にわたって形成されている。このボス部31aには2個の鋼球33、33が嵌め込まれている。この2個の鋼球33、33は、それぞれ出力軸32に設けた保持孔32bに保持されている。両保持孔32b、32bは、相互に対向する位置において支持孔32a側に貫通して設けられている。この保持孔32b、32bに保持されて鋼球33、33が支持孔32a内にはみ出しており、このはみ出した部分がボス部31aの溝部31bに挿入されている。これにより、ボス部31aひいては駆動軸31が出力軸32に対して軸方向には相互に変位不能な状態に連結され、回転方向には相互に回転可能な状態に連結されている。なお、後述するように出力軸32の外周側には巻きばね35が装着されており、この巻きばね35によって鋼球33、33が保持孔32b、32bから外周側に脱落しないようになっている。出力軸32は、軸受け34を介して本体ハウジング10に回転可能に支持されている。この出力軸32の先端側は本体ハウジング10の前端から突き出されており、この突き出し部分にねじ締め用の六角ソケットあるいはねじ締め用のドライバビット等の先端工具（図示省略）が装着される。

【0015】次に、駆動軸31と出力軸32との間には、左巻きの巻きばね35が両軸31、32の外周側面に跨った状態で装着されている。本実施形態において、この巻きばね35は、断面矩形をなす線材を素材とするいわゆる角ばねであって、これが特許請求の範囲に記載した巻きバネの一実施形態に相当する。この巻きばね35を介して駆動側の駆動軸31の右回りの回転が従動側の出力軸32に伝達される。すなわち、巻きばね31を介して駆動軸31と出力軸32が一体で右回りに回転する。本実施形態のねじ締め機1におけるねじ締め機構30は、この巻きばね35の性質を利用した構成であることに大きな特徴を有している。

【0016】一般に、図2および図3に示すように左巻きの巻きばねkの一端側の内周側に駆動軸j1を挿入し、他端側の内周側に出力軸j2を挿入したトルク伝達機構Tとすることにより、駆動軸j1の右回りの回転が出力軸j2に伝達される（駆動軸j1と出力軸j2が回転について一体化される）。但し、駆動軸j1および出力軸j2の軸径は、巻きばねkの内径に対してがたつきなく挿入可能な径に設定されている。実際には、駆動軸j1および出力軸j2の軸径は、手で押して挿入できる程度（軽圧入程度）の軸径に設定されることが望ましい。このように構成したトルク伝達機構Tにおいて、駆動軸j1が右回転すると、巻きばねkと駆動軸j1との

間の摩擦により巻きばねkが駆動軸j1に巻き付く。すなわち、駆動軸j1の右回転により巻きばねkの駆動軸部分（駆動軸j1に接触する部分、以下同じ）が摩擦により図中矢印（イ）で示す方向に変位して巻き付き方向に捩じられることにより巻きばねkの駆動軸部分が駆動軸j1に巻き付く。巻きばねkは、駆動軸j1に巻き付いて駆動軸j1と一体で右回転する。巻きばねkの右回転は、出力軸j2に対して巻き付き方向の回転となるので、巻きばねkは出力軸j2にも巻き付く。すなわち、巻きばねkが右回転すると、その出力軸部分（出力軸j2に接触する部分、以下同じ）が摩擦により図中矢印（ロ）で示す方向に変位して巻き付き方向に捩じられることにより巻きばねkの出力軸部分が出力軸j2に巻き付く。出力軸j2は巻きばねkを介して駆動軸j1と一体で右回転する。このように、駆動軸j1および出力軸j2に対する巻きばねkの巻き付き（摩擦抵抗による巻きばねkの捩り）を利用して回転を伝達する構成であるので、巻きばねとして駆動軸j1および出力軸j2に対する接触面積がより大きい角ばねk（断面矩形の線材を素材とする巻きばね）を用いることが有利であるが、これに代えて断面円形等の線材を素材とする巻きばねを利用することも可能である。以上の点については、第1実施形態に限らず、後述する第2、第3実施形態における駆動軸、出力軸等について同様である。

【0017】次に、駆動軸31の基部側には、円環形状をなす作動プレート36が相対回転可能な状態に支持されている。この作動プレート36の図1において左側面には係合溝36aが形成されている。図4には、作動プレート36の左側面（前面）が示されている。巻きばね35の駆動軸側端部35a（図示右側の端部）は、この係合溝36aに挿入されている。このため、作動プレート36が回転すると巻きばね35の駆動軸側端部35aは駆動軸31の軸回りに変位する。作動プレート36が図4において右回転すると、巻きばね35の駆動軸側端部35aは巻きばね35の巻き付き状態を解除する巻き付き解除方向に変位する。一方、作動プレート36が図4において左回転すると、巻きばね35の駆動軸側端部35aは巻きばね35を駆動軸31に巻き付かせせる巻き付き方向へ変位する。このように、作動プレート36の回転により巻きばね35の駆動軸側端部35aを巻き付き方向と巻き付き解除方向に変位させることができ、これにより巻きばね35を駆動軸31に巻き付かせた状態と、巻き付きを解除して駆動軸31を空転させる状態とに切り換えることができる。

【0018】また、この作動プレート36の右側面には第2ロック装置37が設けられている。この第2ロック装置37は、圧縮ばね37aにより突き出し側に付勢された鋼球37bを備えている。鋼球37bは前記インターナルギヤ23の図1において左側面に押し当てられている。インターナルギヤ23の図1において左側面には

係合凹部23bが形成されている。図5には、インターナルギヤ23の図1において左側面（前面）が示されている。この係合凹部23bに鋼球37bが嵌り込むことにより、インターナルギヤ23に対する作動プレート36の相対回転が規制されるようになっている。巻きばね35の出力軸側端部35b（図1において左端側）は、円環形状をなし出力軸32に装着された保持プレート39の図1において右側面に当接されている。この保持プレート39は、出力軸32に装着した止め輪38により軸方向への移動が規制されている。これにより巻きばね35の出力軸側端部35bは軸方向への変位が規制される一方、回転方向の変位については許容されている。

【0019】以上のように構成した第1実施形態のねじ締め機1によれば、スイッチレバー5をオン操作して電動モータ2を起動させると、遊星歯車機構20を経て駆動軸31が右回転する。駆動軸31が右回転すると、巻きばね35の駆動軸部分が摩擦力により巻き付き方向に捩じられて駆動軸31に巻き付き、これにより巻きばね35が駆動軸31と一体で右回転し始める。また、作動プレート36は巻きばね35と回転について一体化されているので、巻きばね35が駆動軸31と一体で右回転すればこの作動プレート36もこれらと一体で右回転する。また、遊星歯車機構20において、遊星ギヤ21～21が公転する状態ではインターナルギヤ23が本体ハウジング10に対して固定された状態に維持されるため、作動プレート36はこのインターナルギヤ23に対して右回転する。作動プレート36のインターナルギヤ23に対する回転は、第2ロック装置37の鋼球37bを圧縮ばね37aに抗して押し退けながらなされる。巻きばね35の右回転は出力軸32に対して巻き付き方向の回転となるので、巻きばね35が右回転し始めると、この巻きばね35と出力軸32との間の摩擦により巻きばね35の出力軸部分が巻き付き方向に捻られて、巻きばね35の出力軸部分が出力軸32に巻き付く。その結果、出力軸32が巻きばね35を介して駆動軸31と一体で右回転し始める。出力軸32が右回転し始めることにより、該出力軸32に装着した六角ソケット等の先端工具（図示省略）が右回転し、これによりねじ締めを行うことができる。この段階における当該ねじ締め機1のねじ締めトルクは、電動モータ2により出力されるトルクTMに等しい。

【0020】ねじ締めトルクTMでねじ締めが進行して最終段階に至ることにより、出力軸32に大きなねじ締め抵抗が付加され、これにより出力軸32の回転が停止されると、巻きばね35および駆動軸31の回転が停止される。駆動軸31についてはキャリア22の回転が停止されることにより遊星ギヤ21～21の公転が停止され、従って上記ねじ締め抵抗がインターナルギヤ23を回転させる力として作用して、インターナルギヤ23は本体ハウジング10に対して回転する。インターナルギ

や23の回転は、第1ロック装置24のロックピン24aを圧縮ばね24bに抗して後退させながらなされる。ここで、出力軸32に付加されるねじ締め抵抗は、第1ロック装置24によりインターナルギヤ23が本体ハウジング10に対して固定されている状態では、本体部3ひいては当該ねじ締め機1全体を出力軸32の回りに回転させようとする力として作用する。このため、出力軸32に付加されるねじ締め抵抗は本体部3またはハンドル部4を把持する作業者が受けることとなる。第1ロック装置24のばね付勢力に抗してインターナルギヤ23が本体ハウジング10に対して回転する状態では、ねじ締め機1の全体を出力軸32の回りに回転させようとする力が発生しないので、作業者は当該ねじ締め機1を単に把持しておれば足り、作業者の負担は小さくなる。このことから、第1ロック装置24の圧縮ばね24bの付勢力(インターナルギヤ23の回転を阻止する力)が大きすぎると、作業者がこの大きなねじ締め抵抗を受けることになって作業者に過度の負担を強いることになる。このため、第1ロック装置24の圧縮ばね24bの付勢力は作業者にとって過度の負担を強いない範囲で適切に設定されている。また、インターナルギヤ23は、太陽ギヤとしての出力軸2aひいては駆動軸31とは反対方向に回転する。すなわち、本例の場合インターナルギヤ23は左回転する。インターナルギヤ23が左回転すると、作動プレート36が第2ロック装置37を介して左回転方向に力を受け、これにより巻きばね35の駆動軸側端部31aが巻き付き解除方向へ変位して駆動軸31に対する巻きばね35の巻き付き状態が解除される。

【0021】駆動軸31に対する巻きばね35の巻き付き状態が解除されると、巻きばね35を経て作用していた出力軸32の外部トルク(ねじ締め抵抗)が駆動軸31に作用しなくなるので、駆動軸31は再び右回転し始める。この段階では、駆動軸31に巻きばね35が巻き付いていないので、駆動軸31は空転状態となる。この空転状態では、駆動軸31、遊星歯車機構20および電動モータ2等はより高速で回転し、これにより大きな慣性トルクTIが発生する。一方、駆動軸31が再び右回転(空転)し始めると遊星歯車機構20の遊星ギヤ21~21が公転し始めるとともに、インターナルギヤ23の本体ハウジング10に対する左回転が停止され、これにより作動プレート36に対して付加されていた左回転方向(図4において右回転方向)の力が付加されなくなる。すると、作動プレート36および巻きばね35の駆動軸側端部35aが巻きばね35の復元力により巻き付き方向に戻され、これにより巻きばね35が右回りに空転している駆動軸31に対して再び巻き付く。駆動軸31に巻きばね35が巻き付くことにより、駆動軸31、遊星歯車機構20および電動モータ2の慣性トルクTIと電動モータ2の出力トルクTMの合計トルク(TM+TI)が巻きばね35を経て出力軸32に伝達され、こ

れにより前記初期段階のねじ締めトルクTMよりも、駆動軸31が空転することにより発生する慣性トルクTIの分だけ大きなねじ締めトルク(TM+TI)でねじが締め付けられ(増し締めされ)、これによりねじを規定のトルクで強固に締め付けることができる。

【0022】ねじ締め初期段階よりも大きなねじ締めトルク(TM+TI)でねじが締め付けられると、再度出力軸32の回転が停止され、これにより再び上記した駆動軸31の空転状態が瞬間的に得られ、その直後に巻きばね35が再度駆動軸31に巻き付くことにより再び出力軸32を経てねじ締めトルク(TM+TI)が出力される。このように、第1実施形態のねじ締め機1によれば、ねじ締めの最終段階で巻きばね35の駆動軸31に対する巻き付きが解除され、これにより駆動軸31が空転することにより、その後再度巻きばね35が駆動軸31に巻き付いた段階で、空転により発生する慣性トルクTIの分だけ大きなねじ締めトルク(TM+TI)を発生することができ、これによりねじをより強固なトルクで締め付けることができる。しかも、巻きばね35の駆動軸31に対する巻き付き状態を解除してその空転状態を実現することにより電動モータ2の出力トルクTMよりも大きなねじ締め力(TM+TI)を得る構成であるので、従来のハンマー162のアンビル161に対する打撃時の衝撃により大きなねじ締め力を発生させるいわゆるインパクト工具(打撃工具)150のような大きな衝撃音(打撃音)は発生することなく、電動モータ2の出力トルクTMよりも大きなねじ締め力(TM+TI)で静かにねじを締め付けることができる。また、駆動軸31および出力軸32は、巻きばね35に対して軽圧入程度の力で挿入される軸径に設定されている。このため、駆動軸31が空転する状態においても、駆動軸31と巻きばね35との間および出力軸32と巻きばね35との間には僅かではあるが比較的小さな摩擦力が発生する。このため、駆動軸31が空転する状態(巻きばね35に対して滑る状態)であっても、この駆動軸31の回転トルクの一部が出力軸32に伝達され、これにより出力軸32の先端に装着したソケットあるいはドライバビット等の先端工具にねじ締め方向の僅かな回転トルクが作用する。これによれば、出力軸32からねじ締めのための回転トルクが出力されない状態においても、出力軸32と先端工具との間の回転方向のがたつき(例えば、出力軸先端の四角柱部と先端工具としてのソケットの四角孔との間のクリアランス)および先端工具とねじの頭部、ボルトの頭部あるいはナットとの間の回転方向のがたつき(クリアランス)を吸収して常時ねじ締め方向に密着した状態に保持することができるので、次にねじ締めのための回転トルクが出力された時点でのトルク伝達効率を高めることができるとともに、騒音の発生を低減することができる。この点については、後述する第2実施形態のねじ締め機50および第3実施形態のねじ締め

機70において同様である。

【0023】以上説明した第1実施形態には、種々変更を加えることができる。図6には、第2実施形態のねじ締め機50が示されている。この第2実施形態のねじ締め機50は、第1実施形態におけるインターナルギヤ23の回転により巻きばね35の巻き付き状態を解除するための構成が第1実施形態とは異なっている。第1実施形態と同様の構成および部材については、同位の符号を用いてその説明を省略する。遊星歯車機構60における3個の遊星ギヤ62～62には、電動モータ2の出力軸2aが噛み合わされている。また、3個の遊星ギヤ62～62が噛み合うインターナルギヤ63は、本体ハウジング10に対して回転可能に支持されている。但し、本体ハウジング10にはブレーキ装置64が取り付けられており、このブレーキ装置64によりインターナルギヤ63には一定の回転抵抗が与えられている。ブレーキ装置64は、圧縮ばね64aにより本体ハウジング10の内方へ突き出す方向に付勢された押圧部材64bを有しており、圧縮ばね64aの付勢力により押圧部材64bをインターナルギヤ63の周面に押し付けて、両者64b、63間の摩擦によりインターナルギヤ63に一定の回転抵抗が与えられている。ここで、ブレーキ装置64の圧縮ばね64aの付勢力は、前記第1実施形態における第1ロック装置24と同様、出力軸52に対して大きなねじ締め抵抗が付加された適切なタイミングでインターナルギヤ23を回転させることにより作業者に過度の負担を強くないような値に設定されている。遊星歯車機構60のキャリア61には駆動軸51が一体に設けられ、本体ハウジング10の先端側には軸受け34を介して出力軸52が回転可能に支持されている。駆動軸51と出力軸52との間には第1巻きばね53が装着されている。駆動軸51と出力軸52は、それぞれ同じ外径で第1巻きばね53の内周側にほぼがたつきなく挿入可能な外径に設定され、かつ相互に同軸に配置されている。

【0024】また、駆動軸51と出力軸52は、第1実施形態と同様出力軸52の保持孔52a、52aに保持した鋼球33、33が、駆動軸51のボス部51aに形成した断面半円形の溝部51bに嵌り込むことにより相互に回転可能かつ軸方向へは相互に移動しない状態に連結されている。両鋼球33、33は、第1巻きばね53により保持孔52a、52aから外周側へ脱落しないようになっている。第1巻きばね53には、第1実施形態と同様左巻きの角ばねが用いられている。第1巻きばね53の駆動軸側端部53aは、第1巻きばね53の外周側に相対回転可能に装着した中間スリーブ54の係合孔54bに挿入されて回転方向について相互に係合されている。第1巻きばね53の駆動軸側端部53aは、そのばね復元力により常時には巻き付き方向に保持される。中間スリーブ54が駆動軸51に対して電動モータ2側から見て左回りに変位すると、第1巻きばね53の駆動

軸側端部53aは巻き付き解除方向に変位し、これにより第1巻きばね53の駆動軸51に対する巻き付き状態が解除される。第1巻きばね53の出力軸側端部53bは、第1実施形態と同様出力軸52に装着した止め輪55により軸方向の変位を規制された保持スリーブ56の図示右側面に当接されている。第1巻きばね53の駆動軸側端部53aが巻き付き方向に変位した状態で駆動軸51が右回転すると、駆動軸51に第1巻きばね53が巻き付いて駆動軸51と出力軸52が一体化され、これにより駆動軸51の右回転が出力軸52に伝達される。出力軸52の先端には図示省略した六角ソケット等の先端工具が装着され、出力軸52が右回転することによりねじ締めがなされる。

【0025】次に、中間スリーブ54の大径部54aとインターナルギヤ63の小径部63aはほぼ同じ外径を有しており、両者54a、63a間の外周側には第2巻きばね57が装着されている。この第2巻きばね57には、第1巻きばね53とは逆の右巻きの角ばねが用いられている。この第2巻きばね57のインターナルギヤ63側の端部57aはインターナルギヤ63の段差部63bに当接されている。一方、第2巻きばね57の中間スリーブ54側の端部57bは、本体ハウジング10の内面に形成した係合部10aに係合されて右回り方向の変位が規制され、左回り方向の変位が許容されるようになっている。インターナルギヤ63が左回転（第2角ばね57の巻き付き方向に回転）すると、インターナルギヤ63の小径部63aと中間スリーブ54の大径部54aに第2巻きばね57が巻き付き、これによりインターナルギヤ63の左回転が第2巻きばね57を経て中間スリーブ54に伝達される。中間スリーブ54が左回転すると、第1巻きばね53の駆動軸側端部53aが巻き付き解除方向（左回り方向）に変位するので第1巻きばね53の駆動軸51に対する巻き付き状態が解除される。

【0026】以上のように構成した第2実施形態のねじ締め機50によれば、スイッチレバー5をオン操作して電動モータ2を起動させると、遊星歯車機構60の遊星ギヤ62～62が公転してキャリア61が右回転する。キャリア61が右回転することにより駆動軸51が右回転し、これにより第1巻きばね53が駆動軸51に巻き付く。第1巻きばね53が駆動軸51に巻き付いて第1巻きばね53が駆動軸51と一体で右回転することにより、第1巻きばね53が出力軸52に巻き付き、これにより出力軸52が駆動軸51に一体化されて右回転する。出力軸52が右回転することにより、ねじ締めトルクTMでねじ締めがなされる。この時のねじ締めトルクTMは、電動モータ2の出力トルクにより得られる。ねじ締めトルクTMでねじ締めが進行して最終段階に至ることにより、出力軸52に大きなねじ締め抵抗が付加される。このねじ締め抵抗がねじ締めトルクTM以上になると出力軸52の回転が停止される。出力軸52と駆動

軸51は第1巻きばね53を介して一体化されているので、出力軸52の回転が停止されると、駆動軸51従ってキャリア61の回転が停止される。キャリア61の回転が停止されて遊星ギヤ62～62の右回りの公転が停止されると、電動モータ2が依然として起動しているため遊星歯車機構60の性質によりインターナルギヤ63が左回りに回転し始める。

【0027】インターナルギヤ63の回転は、ブレーキ装置64の摩擦抵抗(回転抵抗)に抗してなされる。インターナルギヤ63が左回転すると、右巻きの第2巻きばね57がインターナルギヤ63の小径部63aに巻き付く。第2巻きばね57がインターナルギヤ63に巻き付くと、第2巻きばね57がインターナルギヤ63と一体で左回転する。第2巻きばね57が左回転すると、この第2巻きばね57が中間スリーブ54の大径部54aに巻き付く。従って、中間スリーブ54とインターナルギヤ63は第2巻きばね57を介して一体で左回転する。一方、中間スリーブ54には、第1巻きばね53の駆動軸側端部53aが係合されている。このため、中間スリーブ54が左回転すると、第1巻きばね53の駆動軸側端部53aが巻き付き解除方向に変位し、これにより第1巻きばね53の駆動軸51に対する巻き付き状態が解除される。第1巻きばね53の駆動軸51に対する巻き付き状態が解除されると、駆動軸51と出力軸52が回転について切り離されるので、駆動軸51は再び回転可能な状態となる。駆動軸51が回転可能な状態になると、インターナルギヤ63はブレーキ装置64の回転抵抗により回転を停止するので、遊星ギヤ62～62が公転してキャリア61が回転し、従って駆動軸51が電動モータ2により再び右回転し始める。第1実施形態と同様、この段階では駆動軸51に第1巻きばね53が巻き付いていないので結果的に駆動軸51は空転する。

【0028】駆動軸51が空転してインターナルギヤ63が固定されると、第2巻きばね57のインターナルギヤ側の端部57aがそのばね復元力により巻き付き解除方向に変位するので、第2巻きばね57のインターナルギヤ63および中間スリーブ54に対する巻き付きが解除されて、中間スリーブ54が第1巻きばね53の復元力により右回り方向に戻され、これにより第1巻きばね53の駆動軸側端部53aが巻き付き方向に戻されて第1巻きばね53が空転する駆動軸51に対して再び巻き付く。第1巻きばね53が駆動軸51に再び巻き付くことにより、駆動軸51の回転が出力軸52に伝達され、これによりねじ締め力が出力される。この段階でのねじ締め力は、駆動軸51の空転により発生する駆動軸51、遊星歯車機構60および電動モータ2等の慣性トルクTIが電動モータ2の出力トルクTMに付加された合計トルク(TM+TI)に相当し、従って慣性トルクTIの分だけ大きなねじ締め力(TM+TI)でねじが締め込まれる。ねじ締めトルク(TM+TI)でねじが締

め込まれると、出力軸52には、再び大きなねじ締め抵抗が付加されてその回転は停止されるので、インターナルギヤ63が左回りに回転して駆動軸51が一時的に空転し、その後再度駆動軸51に第1巻きばね53が巻き付き、これにより出力軸52を介して大きなねじ締めトルク(TM+TI)が再度出力される。以上の作動が繰り返されることにより、ねじは従来のインパクト工具のような大きな打撃音を発することなく電動モータ2の出力トルクTMよりも大きなねじ締めトルク(TM+TI)で締め付けられる。また、第2実施形態の構成によれば、中間スリーブ54とインターナルギヤ63との間の回転伝達が第2巻きばね57を経て行われ、第1実施形態における第2ロック装置37に相当する部材を介して行う構成とはなっていない。このため、駆動軸51に第1巻きばね53が巻き付いて中間スリーブ54が駆動軸51と一体で回転する状態すなわち中間スリーブ54がインターナルギヤ63に対して相対回転する状態(この時、中間スリーブ54の大径部54aは第2巻きばね57に対して空転する)において、第1実施形態のように球体37bが係合凹部23bに対して繰り返し係脱される現象が発生せず、従ってこの場合における作動音(球体37bが係合凹部23bに嵌り込む際に発生するカチャカチャ音)が発生しないので、この点でも当該ねじ締め機50の高い静粛性が確保されている。この点は、以下説明する第3実施形態のねじ締め機70にもついても同様である。

【0029】以上説明した第1および第2実施形態にはさらに変更を加えることができる。図7には、第3実施形態のねじ締め機70が示されている。この第3実施形態のねじ締め機70は、前記した第2実施形態のねじ締め機50に中間スリーブ54の回転を規制するための機構を付加した構成となっている。その他の構成については第2実施形態と同様に構成されているので、第2実施形態に比して変更を要しない部材および構成については同位の符号を用いて、その説明を省略する。本体ハウジング10の先端側下面には、支軸72を介して上下に傾動可能にロック解除レバー71が支持されている。このロック解除レバー71の後端側(図7において右端側)は指を引き掛けやすいようにU字形に湾曲した指引き掛け部71aが設けられている。この指引き掛け部71aはスイッチレバー5の近傍に位置しており、ハンドル部4を把持したままスイッチレバー5とこのロック解除レバー71の双方を指先で操作できるようになっている。ロック解除レバー71の先端側(図7において左端側)は、本体ハウジング10に取り付けたロック装置73に連結されている。このロック装置73は、本体ハウジング10に対して図示上下に移動可能に支持されたロックピン73aと、このロックピン73aを本体ハウジング10の内部側に突き出す方向(ロック方向)に付勢するための圧縮ばね73bを備えている。ロックピン73a

は、この圧縮ばね73bの付勢力によって中間スリーブ54の側面に押圧され、この押圧状態では中間スリーブ54の回転が禁止される（中間スリーブ54のロック状態）。ロックピン73aの後端側（図において下端側）はロック解除レバー71の先端側に相対的に傾動可能な状態で連結されている。

【0030】指引き掛け部71aに指を引き掛けてロック解除レバー71を図示反時計回り方向に傾動させる（ロック解除操作）と、ロックピン73aが圧縮ばね73bに抗して図示下方のアンロック方向に変位し、これにより中間スリーブ54の周面に対する押圧状態が解除される。ロックピン73aがアンロック方向に移動して中間スリーブ54に対する押圧状態が解除されると、中間スリーブ54が回転可能な状態となる。このアンロック状態では、インターナルギヤ63が左回転すると第2巻きばね57の巻き付きにより中間スリーブ54が左回転し、これにより第1巻きばね53の駆動軸側端部53aが巻き付き解除方向に変位して駆動軸51の空転状態を得ることができ、その後駆動軸51に再度第1巻きばね53が巻き付いて出力軸52に大きなねじ締めトルク（ $T_M + T_I$ ）を出力することができる。ロック解除レバー71の指引き掛け部71aから指を離すと、ロック解除レバー71は、圧縮ばね73bの付勢力によりロックピン73aがロック方向へ付勢されていることにより図示時計回り方向（ロック方向）に戻される。このロック状態では、中間スリーブ54の周面にロックピン73aが圧縮ばね73bの付勢力により押圧されて中間スリーブ54が回転不能なロック状態となるので、インターナルギヤ63が左回転して第2巻きばね57が巻き付いても中間スリーブ54が回転しない。中間スリーブ54が回転不能にロックされた状態では、第1巻きばね53が回転できないのでその駆動軸側端部53aが相対的に巻き付き解除方向に変位して駆動軸51に巻き付くことができない。このため、駆動軸51は空転する状態に保持される。この空転状態でロック解除レバー71を解除操作して中間スリーブ54を回転可能な状態とすることにより、第1巻きばね53が駆動軸51に巻き付き、これにより出力軸52を経てねじ締めトルク（ $T_M + T_I$ ）を出力することができる。

【0031】以上のように構成した第3実施形態のねじ締め機70によれば、ロック解除レバー71を解除操作しない状態では、ロックピン73aが圧縮ばね73bにより中間スリーブ54に押圧されるので、中間スリーブ54の回転が禁止された状態となる。中間スリーブ54の回転が禁止されたロック状態では、スイッチレバー5をオン操作して電動モータ2を起動させ、これにより駆動軸51を右回転させても、第1巻きばね53の駆動軸側端部53aが駆動軸51の軸回りに回転不能な状態であるため第1巻きばね53が回転できず、従って第1巻きばね53は駆動軸51に巻き付かないので駆動軸51

は空転する状態となる。駆動軸51が空転する状態では、駆動軸51、遊星歯車機構60および電動モータ2の慣性トルク T_I が発生する。そこで、この駆動軸51の空転状態において、ロック解除レバー71の指引き掛け部71aに指を引き掛けてロック解除レバー71をアンロック側に傾動操作し、これによりロックピン73aをアンロック側に移動させて中間スリーブ54の回転禁止状態を解除すると、第1巻きばね53の駆動軸側端部53aが中間スリーブ54と一体で回転可能な状態となり、これにより駆動軸側端部53aがそのばね復元力により巻き付き方向に変位して第1巻きばね53が空転する駆動軸51に瞬時に巻き付く。

【0032】第1巻きばね53が駆動軸51に巻き付いて一体で右回転し始めると、第1巻きばね53は瞬時に出力軸52にも巻き付き、これにより駆動軸51および出力軸52が第1巻きばね53を介して一体で右回転し始める。こうして、空転する駆動軸51の回転が第1巻きばね53の巻き付きにより出力軸52に伝達される時には、駆動軸51等の空転による慣性トルク T_I と電動モータ2の出力トルク T_M の合計トルク（ $T_M + T_I$ ）が伝達される。すなわち、出力軸52からは、電動モータ2の出力トルク T_M より大きなトルク（ $T_M + T_I$ ）が出力される。このように、第3実施形態のねじ締め機70は、スイッチレバー5をオン操作して電動モータ2を起動させただけでは駆動軸51が空転して出力軸52に動力が伝達されず、駆動軸51が最高速で空転する状態となった後に、ロック解除レバー71を解除操作して第1巻きばね53を介して駆動軸51と出力軸52を直結することにより、駆動軸51の空転により発生する慣性トルク T_I （回転エネルギー）を締め付けトルクとして変換する構成であることに大きな特徴を有している。

【0033】出力軸52の右回転によりねじ締めが進行して出力軸52に大きなねじ締め抵抗が付加されると、第2実施形態と同様に出力軸52の回転が停止され、これにより第1巻きばね53および駆動軸51が停止する。駆動軸51が停止すると遊星ギヤ62～62の公転が停止するので、インターナルギヤ63がブレーキ装置64に抗して左回りに回転する。インターナルギヤ63の左回りの回転は第2巻きばね57に対して巻き付き方向の回転であるので、第2巻きばね57はインターナルギヤ63の小径部63aに巻き付いて、インターナルギヤ63と一体で左回りに回転し始める。第2巻きばね57の左回りの回転は、中間スリーブ54の端部57bに対して巻き付き方向の回転となるので、第2巻きばね57は中間スリーブ54の大径部54aにも巻き付く。この段階では、ロック解除レバー71がアンロック操作されて中間スリーブ54が回転可能な状態となっているので、第2巻きばね57が中間スリーブ54の大径部54aに巻き付くと、中間スリーブ54が左回転して第1巻きばね53の駆動軸側端部53aが巻き付き解除方向に

変位し、これにより第1巻きばね53の駆動軸51に対する巻き付きが解除されて駆動軸51は空転し始める。

【0034】駆動軸51が空転し始めるとインターナルギヤ63の回転が停止するため第2巻きばね57の巻き付き状態が解除されて中間スリーブ54が回転可能な状態となり、ひいては第1巻きばね53の駆動軸側端部53aがばね復元力により巻き付き方向に変位して第2巻きばね57が空転中の駆動軸51に再度巻き付き、これにより出力軸52を経てねじ締めトルク(TM+TI)が出力されてねじが増し締めされて規定のトルクに締め付けられる。こうして、駆動軸51の空転状態と第1巻きばね53の巻き付きを繰り返すことによりねじ締めトルク(TM+TI)の出力がなされ、これが適回数なされた段階で、指引き掛け部71aから指を離してロック解除レバー71のロック解除操作を止めると、ロックピン73aが圧縮ばね73bにより中間スリーブ54に押圧されてその回転が禁止されたロック状態に切り換わるので、以後前記した理由により駆動軸51は空転状態を続け、従って出力軸52は回転しない待機状態に保持される。この場合、ロック解除レバー71の引き操作を加減してロック解除操作を少しずつ徐々に行うことにより、駆動軸51に対する第1巻きばね53の巻き付きを緩やかに行うことができ、これにより出力軸52へのトルク伝達を緩やかに開始することができる。この操作によれば、出力軸52から出力される駆動軸51等の慣性トルクTIの大きさを任意に調整することができるので、例えば必要以上に大きなねじ締めトルクの出力を避けたい場合等、様々なねじ締め形態に適応することができる。このように第3実施形態のねじ締め機70によっても、空転する駆動軸51に対して第1巻きばね53を巻き付けさせることにより出力軸52から大きなねじ締めトルク(TM+TI)を出力する構成であるので、従来のインパクト式ねじ締め機におけるハンマーのアンビルに対する打撃時の大きな衝撃音を発生することなく、極めて静かに大トルクを出力することができる。また、第1および第2実施形態と同様、駆動軸51が空転する状態においても、駆動軸51と第1巻きばね53との間の摩擦力によりその回転トルクの一部が出力軸52から出力されるので、出力軸52と先端工具との間の回転方向のながつき、および先端工具とねじの頭部等との間のながつきを吸収して常時ねじ締め方向に密着した状態に保持することができ、これによりねじ締め時のトルク伝達効率を高めることができるとともに、出力軸52と先端工具との間の回転方向の衝突、先端工具とねじの頭部等との間の回転方向の衝突を回避することができるので当該ねじ締め機70の静粛性をより一層高めることができる。さらに、第2実施形態と同様、第3実施形態のねじ締め機70によっても、第2巻きばね57を介してインターナルギヤ63の回転を中間スリーブ54ひいては第1巻きばね53の駆動軸側端部53aに伝達する構成で

あり、第1実施形態における第2ロック装置37に相当する部材を用いる構成とはなっていないので、第2ロック装置37によるカチャカチャ音を発生することがない。以上説明した第1～第3実施形態にも種々変更を加えることができる。例えば、ねじ締め機に本願発明に係るトルク伝達機構を適用した場合を例示したが、孔開け用の電動ドリル、切断用の丸鋸盤、カンナ盤等その他の回転工具に適用することができ、さらには、回転運動を直線運動に変換する機構を有するいわゆるレシプロソーやジグソー等の直線往復動工具に適用することもできる。また、電動モータを駆動源とする電動工具に限らず、油圧モータやエアモータを駆動源とする油空圧工具、あるいは電動工具、油空圧工具に限らず、その他様々な機械、器具、装置等のトルク伝達機構として適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態を示す図であって、ねじ締め機の内部構造を示す側面図である。

【図2】巻きばねを介して駆動軸の回転が出力軸に伝達される原理を説明する斜視図である。

【図3】巻きばねを介して駆動軸の回転が出力軸に伝達される原理を説明する側面図である。

【図4】第1実施形態における作動プレートの前面図である。

【図5】第1実施形態におけるインターナルギヤの前面図である。

【図6】第2実施形態のねじ締め機の内部を示す側面図である。

【図7】第3実施形態のねじ締め機の内部を示す側面図である。

【図8】従来の回転打撃機構を備えたねじ締め機の内部構造を側面から見た図である。

【符号の説明】

TM…電動モータの出力トルク(ねじ締めトルク)

TI…空転による慣性トルク(ねじ締めトルク)

1…ねじ締め機(第1実施形態)

2…電動モータ、2a…出力軸

5…スイッチレバー

10…本体ハウジング

20…遊星歯車機構

23…インターナルギヤ

30…ねじ締め機構

31…駆動軸、32…出力軸、35…巻きばね、36…作動プレート

50…ねじ締め機(第2実施形態)

51…駆動軸、52…出力軸

53…第1巻きばね、54…中間スリーブ、57…第2巻きばね

60…遊星歯車機構

63…インターナルギヤ

21

22

64…ブレーキ装置

* 160…回転打撃機構

70…ねじ締め機（第3実施形態）

161…アンビル

71…ロック解除レバー、73…ロック装置

162…ハンマー

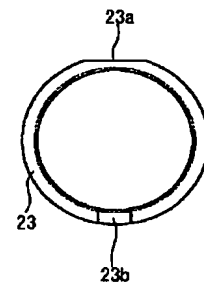
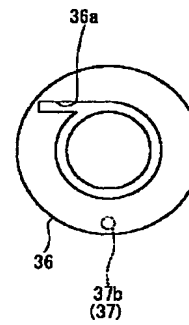
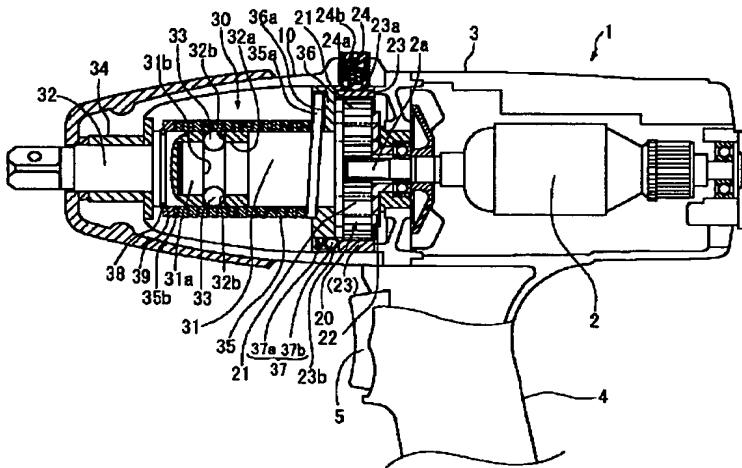
150…インパクト式ねじ締め機（従来）

*

【図1】

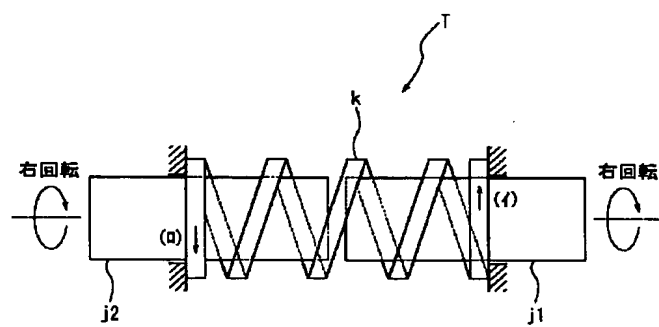
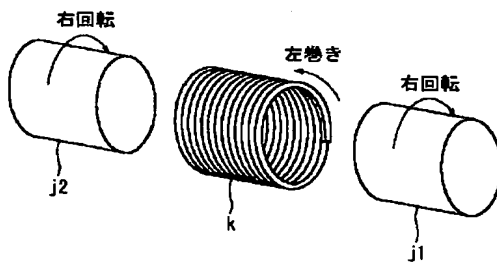
【図4】

【図5】

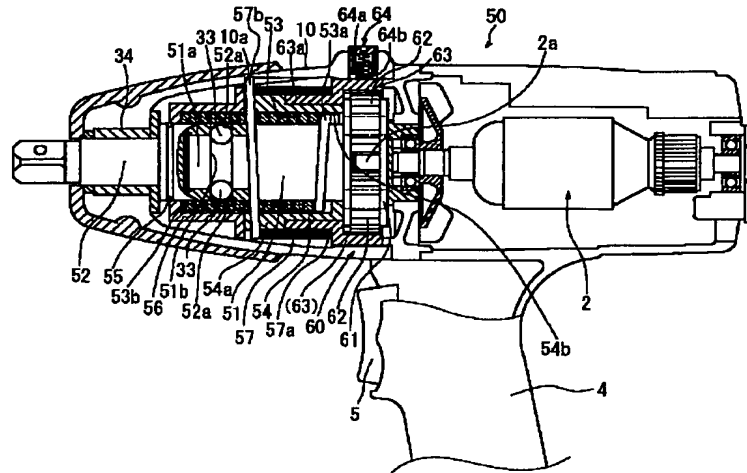


【図2】

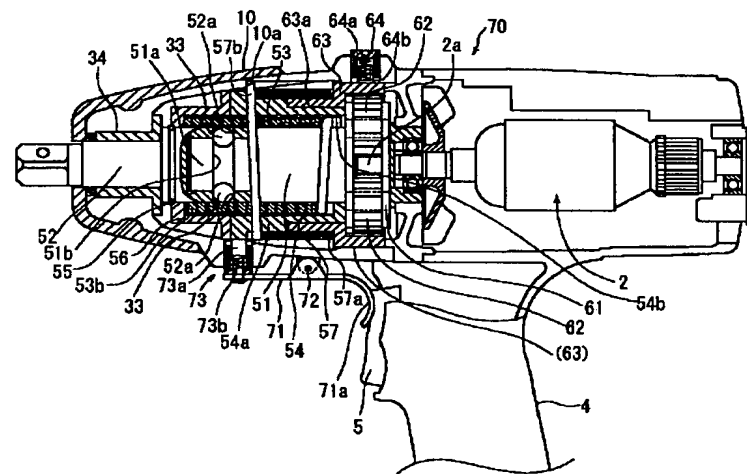
【図3】



【図6】



【図7】



【図8】

